

**УЧЕНЫЙ И УЧИТЕЛЬ**  
**(к 75-летию Киселева Олега Михайловича)**



В октябре 2008 г. исполнилось 75 лет Олегу Михайловичу Киселеву. Нам очень приятно поздравить его с таким знаменательным событием и пожелать крепкого здоровья и долголетия. Большая часть активной жизни Олега Михайловича была неразрывно связана с Казанским университетом, где он проработал долгие годы в НИИ математики и механики им. Н.Г. Чеботарева Казанского государственного университета.

Окончив в 1951 г. (с серебряной медалью) Казанскую среднюю мужскую школу № 19, О.М. Киселев поступил в Казанский университет. Еще будучи студентом, он увлёкся научными исследованиями – результаты работ, выполненных на четвёртом и пятом курсах, были позже опубликованы (Учен. зап. Казан. ун-та, 1957, кн. 8; Изв. вузов. Математика, 1958, № 6). Закончив в 1956 г. с отличием Казанский университет по специальности механика, О.М. Киселев поступил в аспирантуру при кафедре аэрогидромеханики (научный руководитель – профессор Г.Г. Тумашев). После окончания аспирантуры с 1959 по 1966 гг. работал в ВЦ КГУ, затем перешёл в отдел гидромеханики НИИММ. В 1961 г. Олег Михайлович защитил кандидатскую диссертацию, посвящённую построению аэродинамических профилей, решёток и тел вращения по заданной хордовой диаграмме. В 1972 г. защитил докторскую диссертацию на тему «О методах решения задач теории струй при учёте сил тяжести и капиллярности» и вскоре был утверждён в степени доктора физико-математических наук.

Наиболее заметный период в жизни Олега Михайловича начинается с 1974 года, когда он возглавляет новый отдел НИИММ, создание которого было инициировано ректором университета М.Т. Нужиным. В соответствии с приказом ректора,

отдел, получивший название отдела газовой динамики (ОГД), начал своё существование 1 сентября 1974 года. Отделу предстояло заниматься совершенно новой для Казанского университета тематикой – исследованием газовых лазеров. Особенностью отдела была теснейшая связь с конструкторами КОКБ (позже – КМЗ) «Союз», создающими лазеры. За короткий срок Олег Михайлович сформировал работоспособный коллектив, собрав талантливых выпускников и сотрудников КГУ. Направления исследований в значительной степени определялись интересами конструкторских разработок. Но, несмотря на хозяйственный характер финансирования исследований, работы сотрудников сочетали в себе как прикладной, так и фундаментальный смысл. И сегодня грустно слушать, как без конца предлагаются и опробуются различные новые формы взаимодействия науки с производством, призванные обеспечить «инновационный» характер научных исследований. Такие формы вполне благополучно существовали ранее, и отдел газовой динамики был одним из ярких примеров этого.

Большой цикл исследований в отделе был связан с математическим моделированием газодинамического и газоразрядного лазеров. Его сотрудниками были развиты математические и физические модели процессов в активной среде лазеров, модели для распространения лазерного излучения внутри резонатора и во внешнем пучке. Проводимые исследования базировались на широком применении самых современных численных и аналитических методов. Был получен ряд важных теоретических результатов, нашедших отражение в трех сборниках: «Исследования по физической газовой динамике» (1983), «Математическое моделирование в физической газовой динамике» (1985), «Вычислительные методы в физической газовой динамике» (1989) и множестве статей в журналах «Квантовая электроника», «Оптика и спектроскопия», «Прикладная механика и техническая физика» (ПМТФ), «Теплофизика высоких температур», «Laser Physics», «SPIE Proceedings». Значительная часть результатов исследований была внедрена в производство на соответствующих предприятиях.

Наряду с лазерной тематикой областью основных научных интересов О.М. Киселева была теоретическая гидромеханика и газовая динамика. В большом цикле его работ, опубликованных в «Трудах семинара по краевым задачам» (Казань), в журналах «Прикладная математика и механика» (ПММ), «Известия РАН. Механика жидкости и газа» (МЖГ) и «Известия вузов. Математика», рассматривались плоские стационарные течения идеальной несжимаемой жидкости следующих типов: 1) течения жидкости со свободной поверхностью или поверхностями раздела в каналах с полигональным дном при учёте сил тяжести и (или) поверхностного натяжения (1964–1974 гг.); 2) течения весоной жидкости со свободной поверхностью при отсутствии твёрдых границ (обтекание гидродинамических особенностей) или при наличии полигональных твёрдых стенок (истечение струй, кавитационные течения и др.) (1963–1976 гг.); 3) течения весоной жидкости с двумя свободными поверхностями и полигональными твёрдыми стенками (ПММ, 1973, № 5, соавтор – Л.М. Котляр); 4) течение весоной жидкости со свободной поверхностью в канале с криволинейным дном заданной формы (ПММ, 1976, № 4); 5) обтекание жидкостью газовых пузырей и течения, в которых газовые полости частично ограничены абсолютно гибкой плёнкой (1967–1987 гг.); 6) отрывное обтекание упругих цилиндрических оболочек при различных способах их закрепления и заданных законах распределения изгибной жёсткости (1976–1979 гг., соавтор – Э.Ф. Рапопорт); 7) безотрывное обтекание замкнутых упругих цилиндрических оболочек (1982–1984 гг., соавтор – И.Г. Гажеев); 8) взаимодействие двух потоков с разными полными давлениями при наличии твёрдых полигональных границ и свободных поверхностей (1982–1992 гг., соавтор – З.Н. Валидова).

Во всех работах названного цикла рассматриваемые задачи гидромеханики сводятся к краевым задачам для аналитических функций с нелинейными краевыми условиями. Методами функционального анализа доказывается однозначная разрешимость задач при некоторых ограничениях на входящие в них параметры, предлагаются эффективные методы численного решения, приводятся и анализируются результаты расчётов. Для задач о течениях типа 1) и 2) предлагаются также различные аппроксимации граничных условий, позволяющие получать решения в замкнутом аналитическом виде. Многие из названных задач впервые получили решения в работах этого цикла, для других – полученные решения уточняют и обобщают результаты, найденные ранее другими авторами.

В 1978 г. в издательстве КГУ была опубликована монография О.М. Киселёва и Л.М. Котляра «Нелинейные задачи струйных течений тяжёлой жидкости» (156 с.), подводящая итоги работы авторов по названной проблеме за предшествующие полтора десятилетия. В 1979 г. вышло из печати второе издание настольной книги многих гидромехаников М.И. Гуревича «Теория струй идеальной жидкости» (М.: Наука, 536 с.). М.И. Гуревич скончался, успев подготовить к печати только четыре из двенадцати глав. Поэтому научный редактор книги, ведущий российский механик Г.Ю. Степанов, привлёк к работе над изданием ещё несколько специалистов. О.М. Киселевым была написана глава 12 «Струйные течения тяжёлой жидкости. Учёт сил поверхностного натяжения» (с. 472–498), имеющая характер обзора. В 1979 г. за цикл работ по нелинейным задачам гидромеханики идеальной несжимаемой жидкости О.М. Киселёв, Л.М. Котляр и Э.В. Скворцов получили первую премию в конкурсе КГУ на лучшую научную работу.

Две работы, опубликованные в МЖГ (1987, № 6 и 1993, № 6) в соавторстве с О.Р. Козыревым и Ш.Э. Мухаметрахимовым соответственно, посвящены трансзвуковому истечению газа из сосуда с плоскими стенками (в выборе темы сказалось влияние лазерной проблематики). В первой работе рассматривается термически совершенный газ с равновесно возбуждёнными колебательными степенями свободы (газ калорически несовершенный), во второй работе – реальный газ (термически и калорически несовершенный) с заданными уравнениями состояния. В обоих случаях задача сводится к обобщённой задаче Трикоми, предлагается метод численного решения, приводятся результаты расчётов. Во второй из работ подробно исследуется влияние угла между стенками и параметров торможения на коэффициент расхода при трансзвуковом истечении воздуха. До этого подобные исследования выполнялись только для совершенного газа.

В 1989 г. на Четвёртой всесоюзной школе «Гидродинамика больших скоростей» в Чебоксарах О.М. Киселевым был предложен новый подход к решению задач о плоских и осесимметричных дозвуковых струйных течениях сжимаемой жидкости (газа) в точной постановке, идея которого заключается в следующем. Формулируется краевая задача для функции тока  $\psi$  в плоскости переменных годографа скорости (для плоских течений  $\psi$  удовлетворяет уравнению Чаплыгина, для осесимметричных течений – некоторой нелинейной системе интегро-дифференциальных уравнений). Используется представление  $\psi = \psi^* + \chi$ , где  $\psi^*$  – сингулярная часть  $\psi$ , описывающая поведение функции тока в окрестности образа бесконечно удалённой точки потока (тип особенности определяется схемой течения). Функция  $\psi^*$  ищется в виде асимптотического разложения по малому параметру, характеризующему расстояние до особой точки в плоскости соответствующим образом преобразованных переменных годографа скорости. Нахождение  $\psi^*$  сводится к решению последовательности краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Функция  $\chi = \psi - \psi^*$  находится методом конечных разностей. После этого все необходимые характеристики течения определяются с помощью формул

перехода в физическую плоскость. В цикле из десяти работ, выполненных совместно с Л.М. Зигангареевой и опубликованных в журналах ПММ (1994, № 4; 1997, № 1; 2000, № 1), МЖГ (1996, № 2; 1996, № 3; 1998, № 4; 2000, № 1; 2000, № 3), ПМТФ (1998, № 5), а также в книге «НИИММ им. Н.Г. Чеботарёва. 1993–1997» (Казань, 1998), указанный подход был развит в эффективный численно-аналитический метод, с помощью которого получены следующие результаты.

Впервые в точной нелинейной постановке численно исследованы задачи: о кавитационном обтекании пластины, диска и кавитатора с конической выемкой дозвуковым потоком воды; о кавитационном обтекании диска дозвуковым потоком газожидкостной смеси; об отрывном обтекании диска дозвуковым потоком воздухоподобного газа (идеального газа с показателем адиабаты  $\gamma = 1.4$ ); о дозвуковом истечении воздухоподобного газа из конического сопла; о построении тела вращения с каналом вдоль оси, обтекаемого несжимаемой жидкостью при наличии около тела зоны рециркуляционного движения и при постоянной скорости на всей твёрдой поверхности. Для каждой из перечисленных задач приведены найденные на основе аппроксимации расчётных данных формулы, выражающие зависимость основных гидродинамических и геометрических характеристик течения от задаваемых параметров, таких как число кавитации, число Маха на свободной поверхности и т. п.

Впервые численно решены задачи о построении тел вращения конечной и полубесконечной длины, которые удовлетворяют определённым геометрическим ограничениям и при этом реализуют максимальное значение критического числа Маха  $M^*$  в осесимметричном потоке воздухоподобного газа. Приведены формулы, позволяющие находить форму таких тел, и формулы, характеризующие зависимость  $M^*$  от геометрических параметров, входящих в заданные ограничения.

Для четырёх задач о построении плоских конфигураций конечной и полубесконечной длины с клиновидной передней частью, обтекаемых симметричным потоком воздухоподобного газа с максимальным критическим числом Маха  $M^*$ , приведены формулы, выражающие зависимость  $M^*$  от угла раствора клина и дополнительного геометрического параметра, входящего в заданное ограничение.

Получены асимптотические соотношения, характеризующие форму свободной поверхности на большом удалении от произвольного симметричного контура, обтекаемого по схеме Кирхгофа плоским симметричным потоком сжимаемой жидкости. Доказано, что при осесимметричном истечении сжимаемой жидкости (газа) из сужающегося сопла при критическом давлении на свободной поверхности скорость газа достигает звуковой на некоторой плоскости, перпендикулярной оси сопла и расположенной на конечном расстоянии от его кромки. Исследована структура дальнего поля плоских дозвуковых потенциальных течений около конечных и полубесконечных тел, симметричных относительно оси, вдоль которой направлена скорость набегающего потока; найдена форма изолиний модуля скорости и угла наклона вектора скорости к оси симметрии на большом удалении от обтекаемых тел.

В двух работах, опубликованных в МЖГ (1996, № 6 и 2000, № 4) в соавторстве с О.В. Троепольской и С.И. Филипповым соответственно, развит метод решения задачи о поступательном движении цилиндра заданной формы под свободной поверхностью бесконечно глубокой весомой жидкости. В отличие от всех ранее существовавших методов, непригодных для исследования течений при больших числах Фруда, когда деформация свободной поверхности может быть значительной, развитый метод позволяет получать решения, переходящие в точные при стремлении числа Фруда к бесконечности, причём вне зависимости от глубины погружения цилиндра.

Среди работ девяностых годов заслуживает упоминания еще одна, опубликованная в сборнике «Динамика сплошных сред со свободными границами» (Чебоксары, 1996) и интересная своим оригинальным, чисто аналитическим методом исследования. В ней рассмотрена задача об осесимметричном растекании вязкой жидкости по горизонтальной плоскости, перпендикулярной оси симметрии  $z$ . Предложены две итерационные процедуры, позволившие получить соответственно два асимптотических разложения решения по отрицательным степеням цилиндрической координаты  $r$  при  $r \rightarrow \infty$ . Первое описывает течение, в котором при  $r \rightarrow \infty$  свободная поверхность поднимается, стремясь к некоторому предельно высокому уровню, а скорость убывает, стремясь к нулю. Второе описывает течение, в котором при  $r \rightarrow \infty$  толщина слоя жидкости стремится к нулю, а радиальная составляющая скорости возрастает, стремясь к некоторому предельному значению.

В 1988 г. О.М. Киселев получил звание профессора по специальности «механика жидкостей и газов», в 1994 г. – звание «Заслуженный деятель науки Республики Татарстан». Президиумом РАН О.М. Киселеву была присуждена «Государственная научная стипендия» на срок с апреля 1997 г. по март 2000 г. Под руководством О.М. Киселева было выполнено и успешно защищено девять кандидатских диссертаций (аспирантами О.В. Троепольской, Э.Ф. Рапопортом, И.Г. Гажеевым, О.Р. Козыревым и З.Н. Валидовой, сотрудниками ОГД А.А. Вайндинером, Ш.Ф. Араслановым, Ш.Х. Зариповым, Л.М. Зигангареевой).

В целом, можно утверждать, что им получены многие важные научные результаты в области теоретической гидромеханики. Без сомнения, О.М. Киселев является одним из ярких представителей научной школы казанских механиков.

Уже более девяти лет Олег Михайлович живет в далеком американском городе Сиэтл вместе со своей семьей. В прошедшие годы связь Олега Михайловича с нами, его коллегами, не прерывалась ни на минуту. Он всегда живо интересуется всеми событиями в университете и в Казани. И нам кажется, что он и не покидал их.

Дорогой Олег Михайлович, мы искренне любим и уважаем Вас, истинного ученого и педагога. Мы помним удивительное время совместной работы, когда перед нами стояла одна большая цель – Наука с большой буквы. И Вы были полностью преданы этой цели, заряжая и нас своей энергией и верой в себя. Примите еще раз теплые поздравления и наилучшие пожелания от своих близких коллег.

*Профессор КГУ  
Ш.Х. Зарипов*